

مدل استاندارد

ذرات بنیادی

تألیف

علیرضا حق پیمای



مشهد مقدس

۱۳۹۵

سرشناسه :	حق پیمای، علیرضا، ۱۳۴۵ -
عنوان و نام پدیدآور :	مدل استاندارد ذرات بنیادی/ تالیف علیرضا حق پیمای.
مشخصات نشر :	مشهد: خورشید خاور، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری :	۲۵۰ ص.
شابک :	۲۰۰۰۰۰ ریال-۳۲-۷۲۶۸-۶۰۰-۹۷۸-978-600-7268-32-2
وضعیت فهرست نویسی :	فبا
موضوع :	ذره های بنیادی
موضوع :	Particles (Nuclear physics)
رده بندی کنگره :	۱۳۹۵۳/۷۹۲QC ۴۷م/ح
رده بندی دیویی :	۷۲/۵۳۹
شماره کتابشناسی ملی :	۴۵۶۰۰۴۲



انتشارات خورشید خاور

نام کتاب: مدل استاندارد ذرات بنیادی

مؤلف: علیرضا حق پیمای

ناشر: انتشارات خورشید خاور ۰۹۱/۵۲۳۹۵۵۳

دفتر پخش: دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی مشهد. ۰۹۱۵۲۶۰۰۶۳۹

چاپ اول: ۱۳۹۵

سایز و تعداد صفحه: وزیری ۲۵۰ صفحه

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان

چاپ و صحافی: دیجیتال خاور

شابک: ۲-۳۲-۷۲۶۸-۶۰۰-۹۷۸-978-600-7268-32-2

ISBN: 978-600-7268-32-2

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۸	سخن ناشر
۹	پیشگفتار
۱۱	فصل اول
۱۱	نظریه‌های پیمانه‌ای
۱۳	مقدمه:
۱۴	۱-۱ چگالی لاگرانژین ناوردای پیمانه‌ای گلوبال تحت گروه تقارنی داخلی G :
۱۹	۲-۱ چگالی لاگرانژین ناوردای پیمانه‌ای لوکال تحت گروه تقارنی داخلی G :
۲۶	۱-۲-۱ تبدیلات میدان‌های پیمانه‌ای:
۳۰	۱-۲-۲ چگالی لاگرانژین میدان‌های پیمانه‌ای آزاد:
۳۵	۱-۲-۳ جریان‌های پایسته:
۳۷	۱-۳ گروه آبلی $U(1)$ میدان الکترومغناطیسی:
۴۰	۴-۱ گروه غیرآبلی $SU(2)$ میدان یانگ میلز:
۴۳	فصل دوم
۴۳	نظریه میدان کواریان فوتون‌ها
۴۵	مقدمه
۹۱	فصل سوم

برهم کنش‌های ضعیف.....	۹۱
مقدمه.....	۹۳
فصل چهارم.....	۱۳۵
مدل استاندارد.....	۱۳۵
مقدمه.....	۱۳۷
۱- نظریه پیمانه‌ای برهم کنش‌های الکترومغناطیسی، $U(1)$	۱۳۸
۲- چگالی لاگرانژین ناوردای گلوبال.....	۱۳۹
۳- چگالی لاگرانژین ناوردای لوکال.....	۱۴۰
۴- نظریه پیمانه‌ای برهم کنش‌های الکتروضعیف (لپتون‌ها)، $SU(2) \otimes U(1)$	۱۴۵
۵- چگالی لاگرانژین ناوردای گلوبال.....	۱۴۶
۶- وحدت بین برهم کنش‌های الکترومغناطیسی و ضعیف.....	۱۶۵
۷- چگالی لاگرانژین برای بوزون‌های پیمانه‌ای آزاد.....	۱۷۰
۸- شکست خود به خود تقارن.....	۱۷۷
۹- نمودارهای فاینمن.....	۲۲۱
۱۰- نظریه پیمانه‌ای برهم کنش‌های الکتروضعیف (کوارک‌ها)، $SU(2) \otimes U(1)$	۲۲۸
۱۱- چگالی لاگرانژین ناوردای پیمانه‌ای گلوبال.....	۲۲۹
۱۲- چگالی لاگرانژین ناوردای پیمانه‌ای لوکال.....	۲۳۲
۱۳- نمودارهای فاینمن.....	۲۳۸
۱۴- نظریه پیمانه‌ای برهم کنش‌های قوی کوارک‌ها $SU(3)$	۲۴۳

- ۱۵- چگالی لاگرانژین ناوردای پیمانه‌ای گلوبال ۲۴۵
- ۱۶- چگالی لاگرانژین ناوردای پیمانه‌ای لوکال ۲۴۶
- ۱۷- نمودارهای فاینمن ۲۴۸

www.ketab.ir

سخن ناشر

تبلیغ و انتشار علوم مختلف از جمله رسالت‌های پیام‌آوران و ناشران متعهد است. انتشارات خورشید خاور ابرار است تا در پرتو توجهات حق تعالی و امدادهای الهی و همکاری و همدلی اهل قلم و استادان و محققان دلسوز و مؤمن بتواند به سوی اهداف مشترک خود و مؤلفان محترم گام بردارد. در این راستا از همه استادان و محققان ارجمند رشته‌های گوناگون علمی دعوت به همکاری می‌کند، تا با شناسایی نیاز جامعه علمی و عمومی با انجام تحقیقات خود در این زمینه، ما را یاری کنند.

انتشارات خورشید خاور، آثار و کتب مؤلفان و مترجمان محترم را با کمال دقت و امانت، در کوتاهترین زمان ممکن و با کیفیتی مناسب به چاپ می‌رساند تا دانشجویان و مخاطبان دیگر بتوانند به موقع و در اسرع وقت به آن دسترسی پیدا کنند. طبیعی است که مسرولیت محتوایی آثار و کتب چاپ شده بر عهده نگارندگان است و انتشارات خورشید خاور پیوسته می‌کوشد تا با دقت و بصیرت آنان در محتوا و به مصداق آیه شریفه «فلینظر الانسان الی طعامه» خوراک فکری سالمی را برای دانش پژوهان فراهم کند.

از صاحب نظران و اصحاب قلم تقاضا دارد هر گونه نقص و یا کمی و کاستی در کتاب را به ناشر یا مؤلف متذکر شوند تا در چاپ‌های بعدی اصلاح شود.

انتشارات خورشید خاور

پیشگفتار

مدل استاندارد در ذرات بنیادی نظریه ای است که با بر همکنش های الکترومغناطیسی - ضعیف و قوی بین ذرات بنیادی در طبیعت سر و کار دارد. همچنین این مدل به طبقه بندی تمام ذرات زیر اتمی شناخته شده تا کنون می پردازد. این مدل به طور اساسی در نیمه دوم قرن بیستم در نتیجه تلاش های گروهی دانشمندان فیزیک ذرات بنیادی در سراسر جهان توسعه یافته است. ساختار امروز مدل استاندارد در نتیجه تلاش هایی است که در دهه هفتاد میلادی توسط دانشمندانی به نام های واینبرگ - سلاشو و سلام صورت گرفته است. پیشنهاد کوارک ها و لپتون ها به همراه بوزون های واسطه و وحدت نیروهای الکترومغناطیسی و ضعیف به همراه پیشنهاد بوزون هیگز برای جرم دار شدن ذرات از نمونه های برجسته نظریه وحدت این سه دانشمند در قالب مدل استاندارد ذرات بنیادی است. از آن زمان به بعد کشف کوارک ها و ذرات واسطه بر همکنش های الکترو - ضعیف و همین اواخر کشف بوزون هیگز در سال ۲۰۱۲ میلادی همگی تاییدی بر مدل استاندارد به شمار می روند به طوری که به خاطر موفقیت بسیار نادانسته مدل در توصیف نتایج تجربی آزمایش های ذرات بنیادی گاهی از این مدل به عنوان "نظریه تقریباً همه چیز" یاد کرده اند. این کتاب حاصل تحقیق گردآوری و تالیف در قالب مطالبی در مورد مدل استاندارد ذرات بنیادی است که امیدوارم برای همه علاقمندان به خصوص دانشجویان رشته فیزیک در مقاطع کارشناسی ارشد و دکترا مفید و سودمند باشد. از همه خوانندگان و صاحب نظران درخواست می کنم که پیشنهادات و نظرات خود را با این جانب در میان بگذارند.

تأیستان ۱۳۹۵

علیرضا حق پیم

استادیار گروه فیزیک

دانشکده علوم

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

alirezahaghpeima@gmail.com